

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3839567 A1

⑳ Aktenzeichen: P 38 39 567.3  
㉑ Anmeldetag: 24. 11. 88  
㉒ Offenlegungstag: 7. 6. 90

㉓ Int. Cl. 5:  
B 01 D 63/02  
B 01 D 53/22  
B 01 D 19/00  
D 04 B 21/14

DE 3839567 A1

㉔ Anmelder:  
Akzo Patente GmbH, 5600 Wuppertal, DE

㉕ Erfinder:  
Tretzel, Joachim, Dr., 8750 Aschaffenburg, DE

㉖ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	31 44 813 C2
DE	31 05 192 C2
DE	37 33 542 A1
DE	36 34 307 A1
DE-OS	28 39 937
DE-OS	27 21 444
FR	22 22 134
GB	10 75 066
US	41 40 637
US	35 57 962
US	35 36 611
US	31 98 335

㉗ Hohlfadenmodul zum Abtrennen von Gas

Hohlfadenmodul zum Abtrennen von Gas aus einem Gasgemisch oder einer Flüssigkeit, bei dem die Hohlfäden im wesentlichen senkrecht zur Durchströmungsrichtung, d. h. senkrecht zur Achsrichtung des Moduls, in Ebenen angeordnet sind, bei dem die Endbereiche der Hohlfäden in einem Vergußmassekörper eingebettet sind, der ring- oder rohrförmig ausgebildet ist und einen Durchströmungskanal bildet, durch den die Hohlfäden geführt sind, und bei dem die an ihren beiden Enden offenen Hohlfäden auf der äußeren Mantelfläche (Umfangsfläche) des Vergußmassekörpers ausmünden, wobei erfindungsgemäß die Hohlfäden in jeder Ebene im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind und durch maschenbildende Kettfäden eingebunden und miteinander verbunden sind.

DE 3839567 A1

Die Erfindung betrifft einen Hohlfa-

denmodul zum Abtrennen von Gas aus einem Fluid, bei dem die Hohl-

fäden in Ebenen angeordnet sind, die im wesentlichen

senkrecht zur Durchströmungsrichtung, d.h. senkrecht

zur Achsrichtung des Moduls, liegen, bei dem die End-

bereiche der Hohl-fäden in einem Vergußmassekörper

eingebettet sind, wobei der Vergußmassekörper ring-

oder rohrförmig ausgebildet ist und einen Durchströ-

mungskanal bildet, durch den die Hohl-fäden geführt

sind, und bei dem die an ihren beiden Enden offenen

Hohl-fäden auf der äußeren Mantelfläche (Umfangsflä-

che) des Vergußmassekörpers ausmünden.

Unter Fluid wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Gasgemisch beispielsweise Luft oder Erdgas bzw. eine Flüssigkeit, in welcher Gas (Gasgemisch) in Form von Gasblasen oder auch in gelöster Form bzw. chemisch gebunden vorliegt, verstanden, wobei das Fluid in beiden Fällen auch eine dampfförmige Komponente enthalten kann.

Ziel der Gastrennung, auch Gasseparation genannt, ist das weitestgehende, möglichst vollständige, Zerlegen von natürlich vorkommenden Gasgemischen wie Erdgas oder Luft oder von als Produkt oder Abfallprodukt (Abgas) anfallenden, also künstlich erzeugten, Gasgemischen in ihre einzelnen Komponenten und deren Gewinnung. Dabei ist es auch möglich, nur einzelne Komponenten eines Gasgemisches abzutrennen und zu verwerten.

Ziel der Entgasung von Flüssigkeiten ist das möglichst vollständige Abtrennen von in der Flüssigkeit gelöstem oder chemisch gebundenem oder in Form von Gasblasen vorliegendem Gas (Gasgemisch).

Das Abtrennen von Gas aus einem Fluid mittels Membranen in Hohl-fadenform sowie die hierzu geeigneten Membranwerkstoffe sind an sich bekannt. Für die Abtrennung von Gaskomponenten aus einem Gasgemisch werden sogenannte nichtporöse Membranen, für das Abtrennen von Gasblasen aus einer Flüssigkeit dagegen in der Regel poröse bis mikroporöse Membranen verwendet. Bei der Entfernung gelöster oder chemisch gebundener Gase aus Flüssigkeiten können sowohl poröse als auch nichtporöse Membranen zur Anwendung kommen.

Das Abtrennen von Gas aus einem Fluid erfolgt bei dem gattungsgemäßen Hohl-fadenmodul in der Weise, daß die Hohl-fäden außen von dem zu behandelnden Fluid beaufschlagt werden und die abgetrennte(n) Gaskomponente(n) bzw. das abgetrennte Gas (Gasgemisch) aus dem Innern (Lumen) der Hohl-fäden abgezogen wird (werden). Auch bei nichtausschließlichem Abtrennen nur einer Gaskomponente wird bei der Gastrennung (Gasseparation) wenigstens eine Gaskomponente bevorzugt abgetrennt, da sie bevorzugt durch die Membran permeiert, und liegt somit in der abgetrennten Fraktion (Permeat) in höherer Konzentration vor als im Ausgangsgemisch. Die Gewinnung eines solchen Gases in möglichst reiner Form ist dabei durch mehrmaliges Wiederholen des Abtrennverfahrens möglich, wobei das Permeat aus der jeweils vorhergehenden Trennstufe als Ausgangsgemisch in der jeweils nachfolgenden Trennstufe eingesetzt wird.

Um die oben beispielshalber aufgeführten kurz umrissenen Verfahren möglichst wirtschaftlich durchführen zu können, ist es erforderlich, eine möglichst große die Gasabtrennung bewirkende Membranfläche auf möglichst kleinem Raum anzuordnen. Um dies zu errei-

chen, müssen die Hohl-fadendurchmesser und Hohl-fadenabstände möglichst klein bemessen werden. Erreicht wird dies durch eine möglichst dichte, dabei aber geordnete Anordnung der Hohl-fäden in dem Durchströmungskanal für das zu behandelnde Fluid.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen zum Abtrennen von Gas aus einem Fluid geeigneten Hohl-fadenmodul zur Verfügung zu stellen, der nicht nur die zuvor genannten Bedingungen erfüllt, sondern der sich darüber hinaus auf einfache Weise und damit außerordentlich wirtschaftlich herstellen läßt.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Hohl-fadenmodul erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Hohl-fäden in jeder Ebene im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind und daß sie durch maschenbildende Kett-fäden eingebunden und miteinander verbunden sind.

Auch beim erfindungsgemäßen Hohl-fadenmodul haben die Hohl-fäden eine als (semipermeable) Membran wirkende Wand. Es handelt sich somit auch hierbei um Membranen in Hohl-fadenform, sog. Hohl-fadenmembranen, wie eingangs erwähnt.

Als besonders vorteilhaft hat es sich dabei erwiesen, wenn als Bindungsart für die Kett-fäden die Fransenbindung, auch Einfadenkettenstich genannt, (engl.: pillar stitch), angewendet wird. Die Bindungsart "Franse" (Fransenbindung; sog. einfache Kettenstichnaht) ist eine in der Kettenwirkerei an sich bekannte Bindungsart. Sie hat den großen Vorteil, daß beim Legen der Kett-fäden um die Hohl-fäden — wenn überhaupt — allenfalls nur ein geringes Einschnüren der Hohl-fäden an den Bindungspunkten erfolgt. Außerdem gibt sie einer Ware Stabilität und läßt sich — falls gewünscht — wieder aufziehen. Beim erfindungsgemäßen Hohl-fadenmodul sind die Kett-fäden selbst keine Hohl-fäden, sondern Faser-garne oder Monobzw. Multifilament-fäden oder -garne. Das mattenförmige Gebilde aus Hohl-fäden und maschenbildenden Kett-fäden, welches als Ausgangsprodukt für die Herstellung des erfindungsgemäßen Hohl-fadenmoduls dient, könnte hinsichtlich seines Aufbaus auch als "Franse mit Schuß" bezeichnet werden. Die Herstellung einer solchen Hohl-fadenmatte erfolgt zweckmäßigerweise auf modernen Kettenwirkmaschinen mit Schußeintrag, wobei — wie sich aus dem oben Gesagten bereits ergibt — die Hohl-fäden die Schuß-fäden bilden.

Zur Herstellung einer Hohl-fadenmatte können einzelne Hohl-fäden als Schuß-fäden eingetragen werden. Es hat sich jedoch — insbesondere bei Hohl-fäden mit sehr kleinen Durchmessern — häufig als zweckmäßiger und wirtschaftlicher erwiesen, die Hohl-fäden in Bündelform als Schuß-fäden einzutragen und auf diese Weise mehrere Hohl-fäden pro Masche einzubinden. Wenn die Hohl-fäden beispielsweise aus einer Mehrloch-Düse gesponnen werden, kann das auf diese Weise hergestellte Bündel zunächst aufgespult und später oder (ohne vorheriges Aufspulen) von der Spinnmaschine direkt einer Kettenwirkmaschine zugeführt (vorgelegt) werden. Es können darüber hinaus aber auch mehrere solcher Hohl-fadenbündel zuvor zusammengeführt (gefacht) werden, so daß dann beispielsweise  $2 \times 12 = 24$  oder  $4 \times 12 = 48$  Hohl-fäden zu einem Hohl-fadenbündel gefacht werden und in der Hohl-fadenmatte von einer Masche eingebunden sind. Die Hohl-fäden solcher Hohl-fadenbündel sind sowohl innerhalb des Bündels zueinander als auch zu den Hohl-fäden der anderen Bündel der Hohl-fadenmatte im wesentlichen parallel angeordnet. Zwischen den Ein-

bindungsstellen liegen die Hohlfäden relativ locker nebeneinander, so daß eine gute Umströmung auch der in den Bündeln weiter innen liegenden Hohlfäden gewährleistet ist. Trotz der relativ hohen Dichte der Hohlfäden innerhalb eines Bündels können im fertigen Modul ausreichend niedrige Füllgrade (Packungsdichten) erreicht werden, die eine gute und gleichmäßige Durchströmung des gesamten Hohlfadenmoduls bewirken.

Die Herstellung des Hohlfadenmoduls geschieht in der Weise, daß aus der Hohlfadenmatte beispielsweise runde Segmente ausgeschnitten oder ausgestanzt werden, mehrere dieser Segmente übereinandergelegt werden und die Endbereiche der Hohlfäden anschließend beispielsweise durch Einschleudern in eine aushärtbare Vergußmasse eingebettet werden.

Das Übereinanderstapeln der Hohlfadenmattensegmente kann so erfolgen, daß die Hohlfäden eines Segments, die also in einer Ebene liegen, mit den Hohlfäden wenigstens der unmittelbar benachbarten Segmente einen Winkel bilden, was durch Verdrehen der Hohlfadenmattensegmente gegeneinander um die Längsachse des Hohlfadenmoduls erreicht wird. Werden benachbarte Schichten beispielsweise um jeweils  $10^\circ$  in derselben Drehrichtung gegeneinander verdreht angeordnet, so bilden die Hohlfäden von insgesamt 36 Schichten einen Winkel miteinander. Die Hohlfäden der 37. Schicht verlaufen dabei dann wieder parallel zu den Hohlfäden der 1. Schicht usw. Welche Anordnung der Hohlfäden aber die zweckmäßigste ist, läßt sich durch einfache Versuche ermitteln.

Als häufig zweckmäßiger hat es sich jedoch erwiesen, schon vor dem Ausschneiden (Ausstanzen) der Mattensegmente mehrere Mattenschichten übereinanderzulegen. Dies kann beispielsweise durch zick-zack- bzw. mäanderförmiges Ablegen, sog. Abtafeln, einer Hohlfadenmatte erfolgen, bis beispielsweise fünf oder mehr Schichten übereinanderliegen, aus denen dann in einem Arbeitsgang die Segmente als Block herausgetrennt werden. Bei dieser Vorgehensweise liegen dann alle Hohlfäden eines Blocks im wesentlichen parallel zueinander. Jeder Block enthält dann mehrere ( $n_0, n_1, n_2$  usw.) Ebenen, wobei jede Schicht einer Ebene entspricht. Die Blöcke können vor dem Einbetten (Einschleudern) der Endbereiche der Hohlfäden dann so gegeneinander verdreht angeordnet werden, daß die Hohlfäden eines Blocks zumindest mit den Hohlfäden des/der unmittelbar benachbarten Blocks/Blöcke einen Winkel bilden (in Draufsicht betrachtet, da die Hohlfäden in Ebenen angeordnet sind, die gemäß Oberbegriff im wesentlichen senkrecht zur Achsrichtung des Moduls — mithin parallel zueinander — angeordnet sind). Daran schließt sich auch hierbei das Einbetten der Endbereiche der Hohlfäden an.

Durch Abtragen eines Teils der erhärteten Vergußmasse am äußeren Umfang des Moduls werden anschließend die Lumen der Hohlfäden freigelegt. Der Modul kann dann in ein seinen Abmessungen entsprechendes Gehäuse mit den notwendigen Abdichtungen und den Anschlüssen für das Zuführen des zu behandelnden Fluids und das Abführen des behandelten Fluids und des abgetrennten Gases (Permeats) eingebracht werden. Es können aber auch mehrere Module in Parallel- oder Reihenschaltung in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet werden.

Das oben erwähnte Ausstanzen der Hohlfadenmattensegmente kann vorteilhafterweise so erfolgen, daß gleichzeitig mit dem Durchtrennen der Hohlfäden diese verschlossen (abgeschweißt) werden, so daß bei dem

anschließend erfolgenden Einbetten der Hohlfadenendbereiche die Einbettmasse nicht in die Hohlfäden eindringen kann. Das Heraustrennen der Hohlfadensegmente und das gleichzeitige Abschweißen (Verschließen) der Hohlfäden kann thermisch oder mittels Ultraschall erfolgen.

Das Abtrennen von in einer Flüssigkeit gelöstem Gas (-gemisch) kann durch Aufrechterhalten eines transmembranen Konzentrations- bzw. Druckgefälles bewirkt werden.

Der erfindungsgemäße Hohlfadenmodul ist aber auch zur Begasung von Flüssigkeiten geeignet.

#### Beispiele:

Erfindungsgemäße Hohlfadenmodule, die sich in der Praxis sehr gut bewährt haben, bestanden aus 18 bis 50 übereinandergestapelten Hohlfadenmattensegmenten, wobei die Höhe des Stapels im wesentlichen vom Außendurchmesser der Hohlfäden abhing. Bei einem üblichen Hohlfadendurchmesser betrug die Höhe bei 18 Hohlfadenmattensegmenten in einem Fall 20 mm. Der Außendurchmesser des Moduls betrug beispielsweise 250 mm. Es wurden auch Hohlfäden mit einem Durchmesser von nur ca.  $30\ \mu\text{m}$  erfolgreich verwendet. Als Kettfäden wurden beispielsweise Multifilamentgarne dtex 33f14 gedreht verwendet. Der gegenseitige Abstand der Kettfäden betrug beispielsweise ca. 10 mm. Die Kettfäden wurden zum Teil auch paarweise angeordnet, wobei der Kettfadenabstand innerhalb eines Paares ca. 1 mm und der gegenseitige Abstand der Kettfadenpaare ca. 20 mm betrug.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in vereinfachter schematischer Darstellungsweise:

Fig. 1 eine Ausführungsform der Grundlegung Franse, auch Fransenbindung oder einfache Kettenstichnaht genannt,

Fig. 2 eine Ausführungsform der Bindungskombination Franse mit Schuß,

Fig. 3 eine scheibenförmige Ausführungsform des Hohlfadenmoduls,

Fig. 4 das Abtafeln einer Hohlfadenmatte.

In Fig. 1 ist die sogenannte offene Franse dargestellt. Nicht dargestellt, jedoch erfindungsgemäß ebenfalls geeignet, ist die sogenannte geschlossene Franse. Beim erfindungsgemäßen Hohlfadenmodul sind die maschenbildenden Kettfäden 1 in dieser Legung angeordnet.

In Fig. 2 ist die Anordnung der Kettfäden 1 und der Hohlfäden 2 dargestellt. Diese Art der Anordnung entspricht der Bindungskombination Franse mit Schuß. Die Hohlfäden 2 bilden hierbei also die Schußfäden.

Mit der Bezugsziffer 2 sind einzelne Hohlfäden oder Hohlfadenbündel aus beispielsweise bis zu 50 oder mehr Hohlfäden bezeichnet. Dies gilt für die Fig. 2 bis 4 gleichermaßen.

In Fig. 3 ist in perspektivischer Darstellungsweise ein scheibenförmig ausgebildeter Hohlfadenmodul dargestellt. Hergestellt werden kann dieser Modul durch Ausstanzen von runden Segmenten aus einer — vorzugsweise in mehreren Schichten übereinander abgelegten (abgetafelten) — Hohlfadenmatte gemäß Fig. 2, Übereinanderstapeln der Segmente bzw. Segmentblöcke, wobei das jeweils nachfolgende Segment bzw. der nachfolgende Block gegenüber dem jeweils vorhergehenden Segment bzw. Block um einen bestimmten Winkel verdreht wird, Einbetten der Endbereiche der Hohlfäden 2 in eine aushärtbare Vergußmasse 3 und Abtragen eines

Teils der erhärteten Vergußmasse 3 zum Freilegen der Lumen der Hohlfäden 2. Die Durchströmungsrichtung für das zu behandelnde Fluid ist durch die Pfeile 4 angezeigt. Die Ausströmrichtung des Permeats aus den Hohlfäden 2 ist durch die vom Vergußmassekörper 3 weggerichteten Pfeile 5 angezeigt. Die Hohlfäden 2, die durch die maschenbildenden Kettfäden 1 eingebunden und miteinander verbunden sind, sind hierbei in Ebenen angeordnet, die im wesentlichen senkrecht zur Durchströmungsrichtung 4 und somit senkrecht zur Achsrichtung des Moduls mithin parallel zueinander liegen, wobei die Hohlfäden 2 in jeder Ebene — wie dies auch in Fig. 2 dargestellt ist — im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind. Der Vergußmassekörper 3, in welchen die Endbereiche der Hohlfäden 2 eingebettet sind, ist hierbei ringförmig ausgebildet und bildet einen Durchströmungskanal für das zu behandelnde Fluid, durch welchen die nicht eingebetteten mittleren Bereiche der Hohlfäden 2 und natürlich auch der Kettfäden 1 geführt sind. Andeutungsweise ist ebenfalls dargestellt, daß alle Hohlfäden 2 auf der äußeren Mantelfläche (Umfangsfläche) 6 des Vergußmassekörpers 3 ausmünden. Derartige Ausmündungen befinden sich auf der gesamten Umfangsfläche 6 des Vergußmassekörpers 3, da die Hohlfäden 2 an ihren beiden Enden offen sind. Die jeweils durch eine Masche eingebundenen Hohlfäden 2 haben zu den unmittelbar benachbarten, durch die unmittelbar benachbarte Masche desselben Kettfadens eingebundenen Hohlfäden 2 einen — wenn auch noch so geringen — seitlichen Abstand innerhalb derselben Ebene. Darüber hinaus wurde zur Vereinfachung eine Ausführungsform dargestellt, bei der parallel liegende Hohlfäden in nur einer Ebene angeordnet sind. Dies ist jedoch häufig nicht die bevorzugte Ausführungsform.

Fig. 4 zeigt in perspektivischer Darstellungsweise, was unter zick-zack- bzw. mäanderförmigem Ablegen, also Abtafeln, einer Hohlfadenmatte zu verstehen ist. Die Hohlfäden bzw. Hohlfadenbündel 2 sind dabei quer zur Längsrichtung der Hohlfadenmatte angeordnet, die Kettfäden 1 verlaufen in Längsrichtung. Wie die Darstellung zeigt, sind bereits 7 Schichten 7 übereinandergelegt worden, weitere können folgen. Zum Zwecke des Heraustrennens der Hohlfadensegmente — hier als Block — werden die Schichten 7 zuvor leicht aufeinandergelegt, ohne die Hohlfäden flach zu drücken. Das Ablegen (Abtafeln) kann von Hand oder maschinell erfolgen. Die Hohlfadenmatte kann dabei als Spule (Baum) vorgelegt oder direkt von einer Kettenwirkmaschine zugeführt werden.

Das Bilden von Hohlfadenmattenschichten kann auch in der (nicht dargestellten) Weise erfolgen, daß von mehreren Vorlagespulen (Bäumen) je eine Hohlfadenmatte gleichzeitig abgewickelt wird und alle Hohlfadenmatten gleichzeitig übereinander abgelegt, also übereinandergeschichtet werden. Man könnte dies auch als Fachen von Hohlfadenmatten bezeichnen.

#### Patentansprüche

1. Hohlfadenmodul zum Abtrennen von Gas aus einem Fluid, bei dem die Hohlfäden in Ebenen angeordnet sind, die im wesentlichen senkrecht zur Durchströmungsrichtung, d.h. senkrecht zur Achsrichtung des Moduls, liegen, bei dem die Endbereiche der Hohlfäden in einem Vergußmassekörper eingebettet sind, wobei der Vergußmassekörper ring- oder rohrförmig ausgebildet ist und einen Durchströmungskanal bildet, durch den die Hohlfä-

den geführt sind, und bei dem die an ihren beiden Enden offenen Hohlfäden auf der äußeren Mantelfläche (Umfangsfläche) des Vergußmassekörpers ausmünden, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfäden in jeder Ebene im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind und daß sie durch maschenbildende Kettfäden eingebunden und miteinander verbunden sind.

2. Hohlfadenmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kettfäden in der Grundlegung (Bindungsart) Franse, auch Einfadenkettenstich genannt, (engl.: pillar stitch) angeordnet sind.

3. Hohlfadenmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfäden einer jeden Ebene mit den Hohlfäden wenigstens der unmittelbar benachbarten Ebenen einen Winkel bilden.

4. Hohlfadenmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfäden von  $n_1$  aufeinanderfolgenden Ebenen im wesentlichen keinen Winkel miteinander bilden, daß sie aber mit den Hohlfäden wenigstens der unmittelbar benachbarten  $n_2$  bzw.  $n_0$  aufeinanderfolgenden Ebenen einen Winkel bilden.

5. Hohlfadenmodul nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß  $n_0$ ,  $n_1$  und  $n_2$  im Bereich von 2 bis 10 liegen.

6. Hohlfadenmodul nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß  $n_0$  gleich  $n_1$  gleich  $n_2$  ist.

7. Hohlfadenmodul nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß pro Masche mehrere Hohlfäden eingebunden sind.

8. Hohlfadenmodul nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß pro Masche wenigstens bis zu 50 Hohlfäden eingebunden sind.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

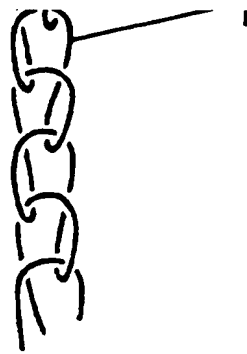


Fig. 1

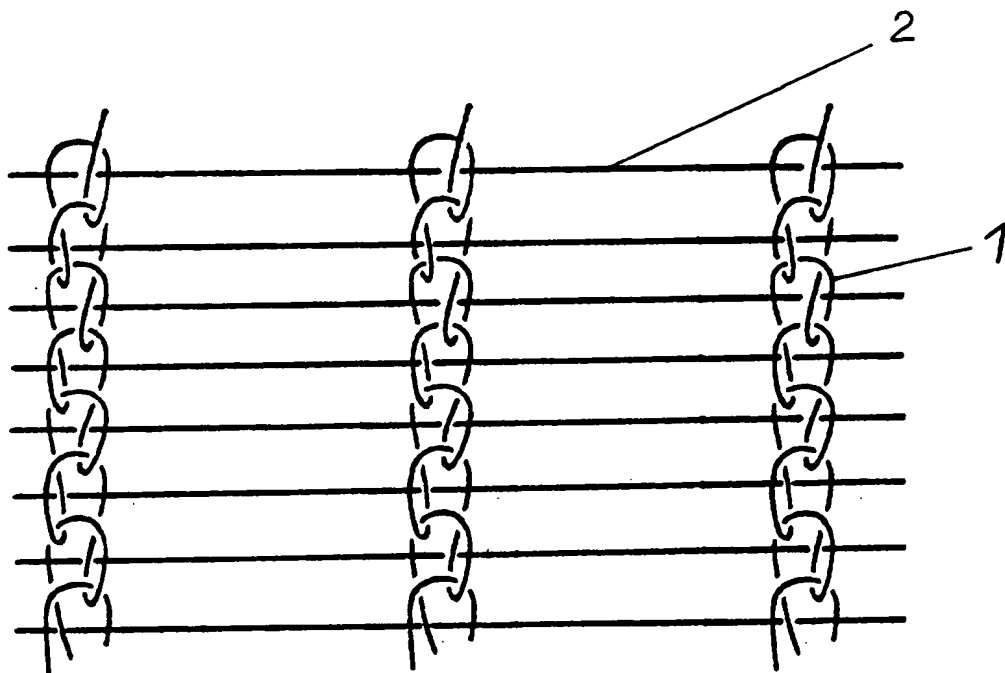


Fig. 2

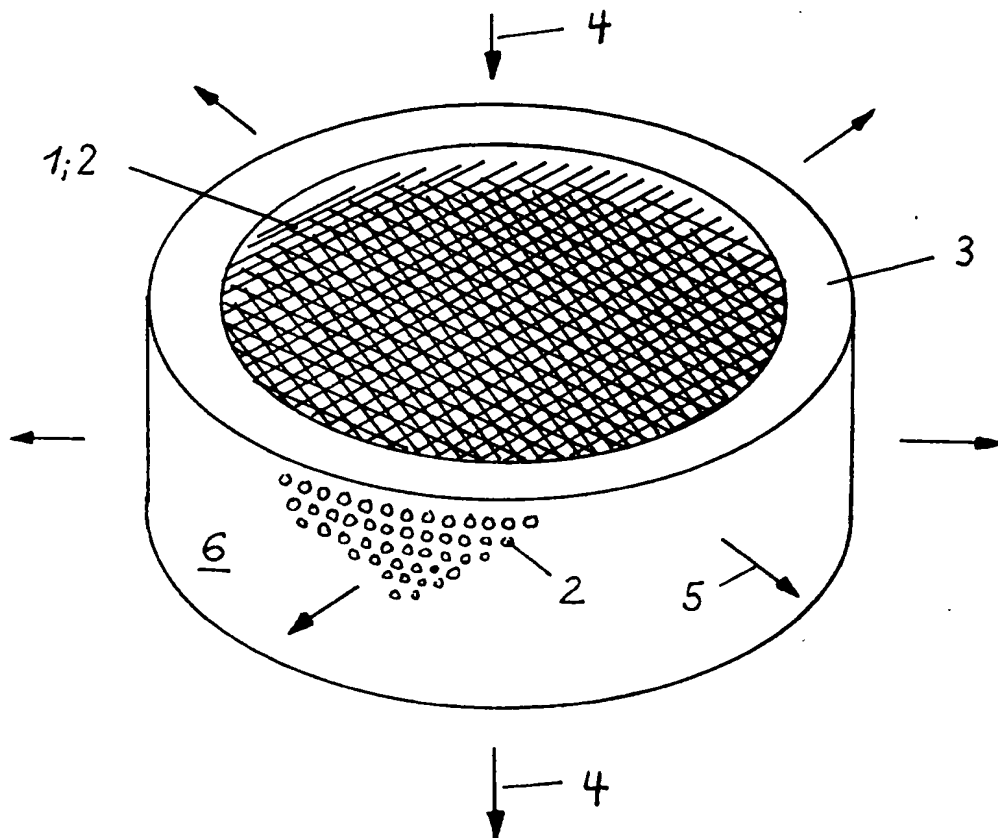


Fig. 3

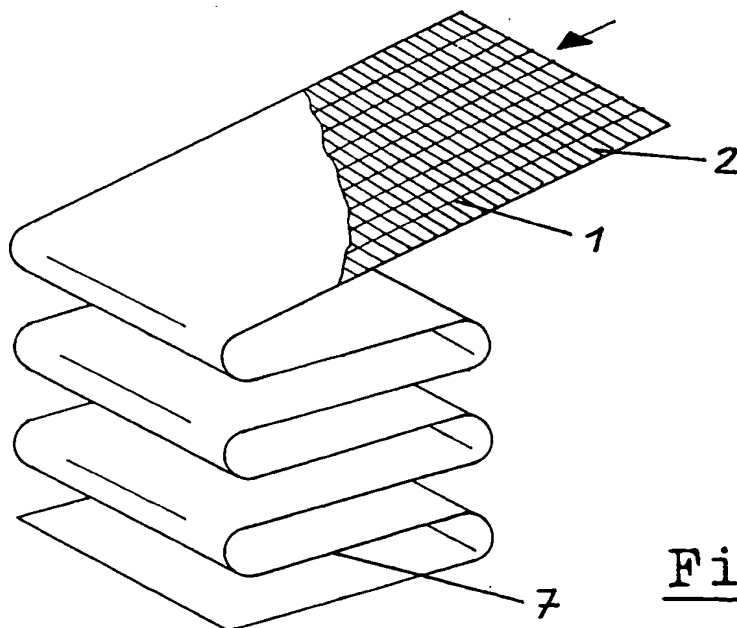


Fig. 4

BEST AVAILABLE COPY